

ДЕФОРМИРОВАННОЕ СОСТОЯНИЕ ПРИ ВОЛОЧЕНИИ КАПИЛЛЯРНЫХ ТРУБ ИЗ МЕДИ

Логинов Ю.Н., профессор, д.т.н., кафедра ОМД УрФУ

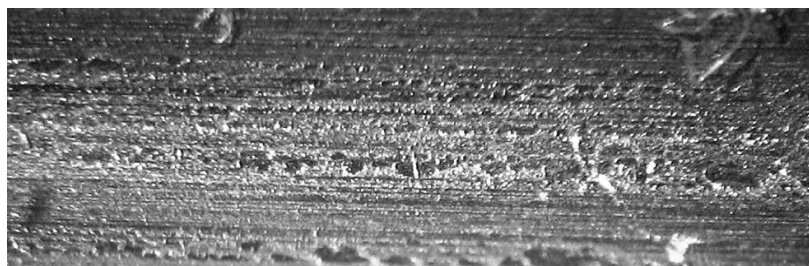
Шалаева М.С., аспирант

Выполнен анализ влияния деформированного состояния на образование продольных складок на внутренней поверхности тянутых капиллярных труб из меди М2. С помощью метода конечных элементов рассчитан уровень тангенциальных и радиальных деформаций по всему очагу деформации. Выявлено, что в тангенциальные деформации укорочения в сочетании с радиальными деформациями удлинения способствуют складкообразованию в зоне редуцирования.

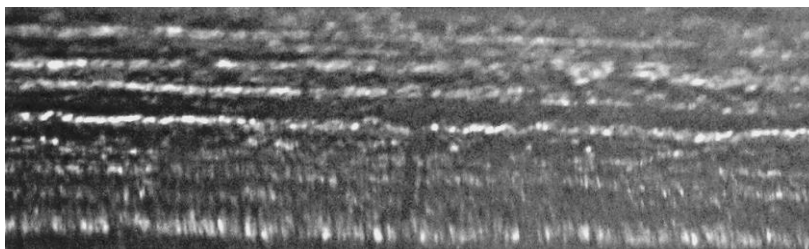
1. Анализ производственной ситуации

Медные капиллярные трубы получили широкое распространение в приборо- и аппаратостроении, в частности в холодильной технике [1]. Растущие требования к этим изделиям определяет качественные характеристики капиллярных труб, которые используются в качестве дозаторов теплоносителя в агрегатах холодильников и дистанционных датчиках, в приборах, часто работающих при повышенных давлениях. Низкое качество внутренней поверхности канала не обеспечивают стабильности пропускной способности трубок.

На рис.1 и рис.2 представлены фотографии внутренней поверхности капиллярных труб из меди М2. Внутренняя поверхность покрыта продольными складками, ухудшающими эксплуатационные характеристики изделия.



а



б

Рис. 1. Вид внутренней поверхности трубы под микроскопом после волочения: а – увеличение в 32 раза; б – увеличение в 100 раз

В зоне безправочного волочения при отсутствии внутреннего подпора большие деформации укорочения в поверхностном внутреннем слое в сочетании с радиальными деформациями удлинения, могут способствовать образованию складок.

2. Методика решения задачи

Конечно-элементное моделирование процесса волочения труб на самоустанавливающейся оправке осуществляли в пакете прикладных программ DEFORM 2D.

Реализована постановка задачи для заготовки с реальными размерами. Волочение велось со следующими коэффициентами вытяжки: 1,52 в первом проходе и 1,56 во втором проходе. Пластические свойства сплава описаны с помощью данных работы [2]. Для упрощения задачи, автоколебаниями оправки пренебрегли. Оправка является неподвижной. Скорость волочения 100 мм/с. Исходя из разности полууглов конусности волокна (12°) и оправки (9°), были приняты следующие показатели трения по Кулону [3]:

- между металлом и волоком $\mu_v=0,075$;
- между металлом и оправкой $\mu_o=0,02$.

Распределение деформаций $\varepsilon_{\varphi\varphi}$ по очагу деформации в первом и втором проходах приведено на рис. 2 и рис. 3 соответственно.

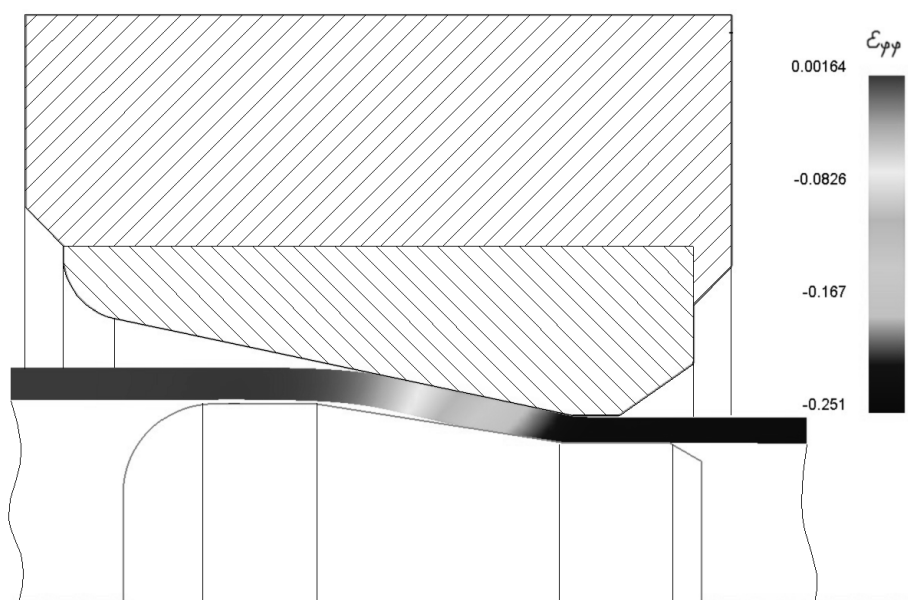


Рис. 2. Распределение $\varepsilon_{\varphi\varphi}$ по очагу деформации в первом проходе

Решением выявлено, что сжимающие деформации $\varepsilon_{\varphi\varphi}$ нарастают при переходе от зоны безправочного волочения к зоне калибрующего пояска. В первом проходе максимальные деформации укорочения

$\varepsilon_{\varphi\varphi} = -0,219$, а во втором - $\varepsilon_{\varphi\varphi} = -0,283$. Таким образом, тангенциальные деформации $\varepsilon_{\varphi\varphi}$ в этих двух проходах нарастают.

Распределение радиальных деформаций ε_{rr} по очагу деформации в первом и во втором проходах изображено на рис. 4 и рис. 5 соответственно. Деформации удлинения ε_{rr} преобладают в зоне безправочного волочения и возрастают от 0,05 до 0,06 за проход.

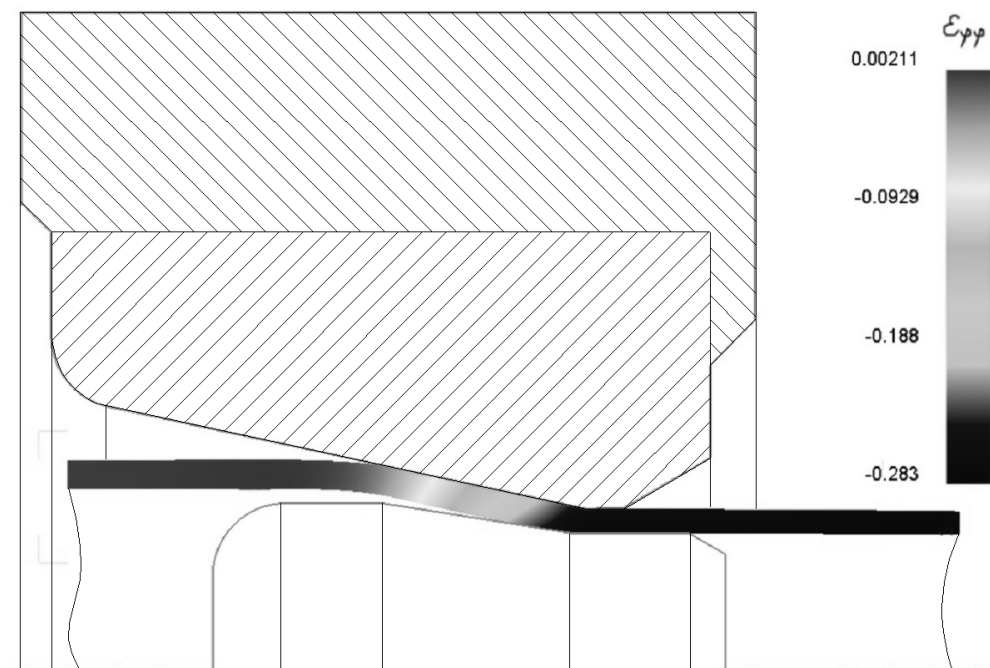


Рис. 3. Распределение $\varepsilon_{\varphi\varphi}$ по очагу деформации во втором проходе

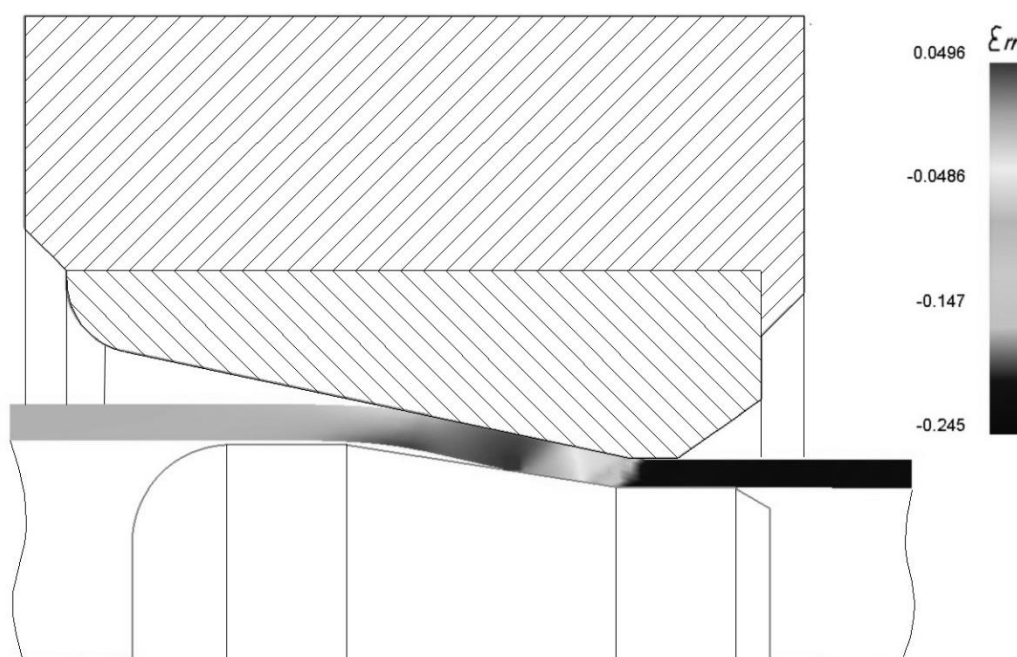


Рис. 4. Распределение ε_{rr} по очагу деформации в первом проходе

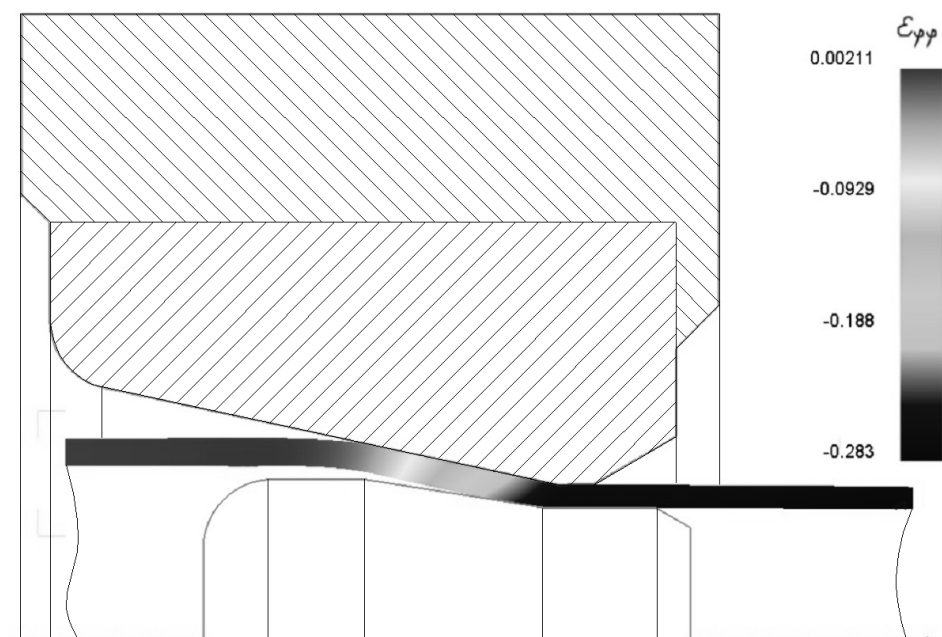


Рис. 5. Распределение ϵ_{rr} по очагу деформации во втором проходе

Таким образом, действительно, можно предполагать, что при редуцировании большие деформации укорочения на внутренней поверхности трубы в сочетании с растягивающими радиальными деформациями, способствуют образованию продольных складок.

Выводы. Установлено, что в зоне безправочного волочения действуют тангенциальные деформации укорочения и радиальные деформации удлинения. Сочетание этих факторов, а также их рост от прохода к проходу приводят к образованию продольных складок, снижающих эксплуатационные характеристики капиллярных труб.

Список литературы

1. Бояркин В.И. Совершенствование процесса волочения труб на самоустанавливающейся оправке и расширение области его применения. Автореф...канд. дис. Свердловск: УПИ, 1976г. 185с.
2. Логинов Ю.Н. Медь и деформируемые медные сплавы. Учебное пособие. Екатеринбург: ГОУ ВПО УГТУ-УПИ, 2004. 136с.
3. Шапиро В.Я., Уральский В.И. Бухтовое волочение труб. М.: Металлургия, 1972. 264с.